

sowie Muttergewindestück *C* und Winkelhebel *E* die Untersetzung der normalen Meßuhr *H* von einer Able-
 sung $\frac{1}{100}$ mm auf $\frac{1}{10}$ mm Abwälzung des Abwärl-
 rädchens *A* erreicht werden muß, ist die äußerste Präzision
 aller beweglichen Teile erforderlich. Bereits eine $\frac{1}{100}$ mm
 fehlerhafte Bewegung des Stößels *G* bewirkt einen Aus-
 schlag des Zeigers der Meßuhr von $\frac{1}{10}$ mm Able-
 sung. Der gesamte Meßbereich beträgt 60 mm, also 600 zur
 Able-
 sung kommende $\frac{1}{10}$ mm. Eine Skala in anderer Form
 als in einer Uhr würde, um gut ablesbar zu sein, ein zu
 großes und umständliches Gerät erfordern.

Es ist von uns bisher das Saatgut von 233 Auslese-
 bäumen und 25 Kreuzungsnachkommenschaften von
 Auslesebäumen mit einem Testbaum und Saatgut des
 Testbaumes in der beschriebenen Methode untersucht
 worden. Von jeder Nachkommenschaft wurden je
 nach der Zahl der vorhandenen Samen und der Keim-
 fähigkeit 10 bis 75 Keimlinge untersucht. Bei diesen
 Bäumen handelt es sich um „Auslesebäume“ für die
 Anlage von Samenplantagen. Sie sind wegen ihrer
 starken Überlegenheit in Wert- und Leistungseigen-
 schaften gegenüber den anderen Bäumen des Bestan-
 des ausgewählt worden und sämtlich völlig grad-
 schäftig. Es dürften daher in den Nachkommenschaften,
 auch bei freier Bestäubung, nur wenige Keimlinge
 mit starker phototropischer Reaktion auftreten. Die
 Ergebnisse bestätigen diese Annahme im allgemeinen.
 Es traten aber in den einzelnen Nachkommenschaften
 sehr unterschiedliche Variationsbreiten in der Reak-
 tionsstärke auf. Nachkommenschaften mit ausschließ-
 lich stärker reagierenden Individuen wurden nicht

gefunden, wohl aber solche, deren Glieder sämtlich
 geringere Reaktionen aufwiesen. In größerer Zahl
 wurden Nachkommenschaften gefunden, die neben
 einer größeren Zahl schwach reagierender Individuen
 in wechselnder Menge stärker reagierende enthielten.

An Hand des bisher untersuchten Materials, das aus
 den Ländern Mecklenburg, Brandenburg und Sachsen-
 Anhalt stammt, ist bisher noch nicht mit Sicherheit
 zu sagen, ob bereits innerhalb dieses verhältnismäßig
 kleinen Verbreitungsgebietes ein Gradient der photo-
 tropischen Reaktion zu beobachten ist, wenn auch das
 Ergebnis des bisher untersuchten Materials zu einer
 derartigen Annahme zu berechtigen scheint.

Die geschilderte Methodik gibt die Möglichkeit, ge-
 sicherte, vergleichbare Zahlenwerte für die phototro-
 pische Reaktion zum Vergleich von Individuen einer
 Nachkommenschaft oder ganzer Nachkommenschaften
 miteinander zu ermitteln.

Literatur

1. DENGLER, A.: Die Nachkommenschaft zweier
 krummschäftiger Alleekiefern aus Ostpreußen und dem
 Hessischen Tiefland. Mitt. d. Ak. d. Dtsch. Forstwirtschaft.
 1, 136—146 (1943). — 2. KARSCHON, R.: Untersuchungen
 über die physiologische Variabilität von Föhrenkeimlingen
 autochthoner Populationen. Mitt. Schweiz. Anst. forstl.
 Versuchswes. 26, 205—244 (1949). — 3. SCHMIDT, W.:
 Das Ostwestgefälle der Kiefernrasen, neue Einblicke und
 Methodenvorschläge für internationale Versuche. Inter-
 sylvia 3, 473—494 (1943). — 4. SCHRÖCK, O.: Beitrag
 zur Züchtung der Robinie (*Robinia pseudacacia*). Der
 Züchter 23, 266—272 (1953).

Aus der Obstbauversuchsanstalt Jork der Landwirtschaftskammer Hannover

Untersuchungen über die Frostresistenz der Obstgehölze im Baumschulstadium

IV. Über die wechselseitige Beeinflussung der Frostresistenz zwischen Unterlage und Edelreis beim Apfel

Von H. KARNATZ

Im Rahmen einer mehrjährigen Untersuchung über
 die relative Frosthärte unveredelter Obstunterlagen
 hatten wir auch einige Apfel-Typenunterlagen auf ihr
 Verhalten gegenüber tiefen Temperaturen geprüft (4)
 und dabei z. T. beträchtliche Resistenzunterschiede
 feststellen können. Offen mußte dabei die Frage
 bleiben, inwieweit diese Ergebnisse auch Gültigkeit für
 veredelte Gehölze, d. h. für Edelsorten auf diesen
 Unterlagen haben. Es ist vor allem aus dem schweren
 Schadenswinter 1939/40 bekannt, daß einzelne Unter-
 lagen die Resistenz des Edlings in gerade entgegen-
 gesetztem Sinne beeinflussten, wie dies aufgrund der
 spezifischen Resistenz der Unterlage zu erwarten ge-
 wesen wäre. Es handelte sich damals um einen so ge-
 nannten Holz frost, der die Unterlagen im Schutz einer
 ausreichenden Schneedecke weitgehend ungeschädigt
 ließ. In späteren Wintern, bei denen Kahlfröste in
 erster Linie Unterlagenschäden hervorriefen (1941/42,
 1953/54), wurde die Wirkung der Edelsorte auf die
 Resistenz der Unterlagen sichtbar. Dabei ergaben sich
 teilweise grundsätzlich andere Schadenstendenzen als
 1939/40. Die Befunde reichen aber in keinem Falle aus,
 um für bestimmte Kombinationen zwischen Edelsorte
 und Unterlage — auf die es letzten Endes entscheidend
 ankommt — allgemein Verbindliches aussagen zu

können. Wesentlich ist dabei, daß sich diese Erfah-
 rungen, soweit sie den grundsätzlichen Ansprüchen
 die wir an die Exaktheit derartiger Erhebungen stellen
 müssen, entsprechen, fast ausschließlich auf Gehölze
 beziehen, die noch nicht im ertragsfähigen Alter stan-
 den (1, 2, 3, 7, 8).

In Fortsetzung der eingangs erwähnten, eigenen
 Untersuchungen über die Frostresistenz unveredelter
 Unterlagen (4) prüften wir nun im Winter 1956/57 das
 Verhalten einer Apfelsorte auf verschiedenen Unter-
 lagen im Tiefgefrierversuch. Wir wählten dazu die als
 frostempfindlich bekannte und allgemein verbreitete
 Cox' Orangen Renette aus. Die Beschränkung auf nur
 eine Sorte war notwendig, um ausreichende Individuen-
 zahlen je Kombination zu erhalten. Ziel dieser
 Untersuchung ist, festzustellen, wie sich die spezi-
 fische Resistenz der Unterlagen, die sich in der frühe-
 ren Untersuchung gezeigt hatte, auf den Edling
 auswirkt. Ferner soll überprüft werden, ob umgekehrt
 ein Einfluß der Edelsorte auf die Resistenz der Unter-
 lage gegeben ist. Da wir mit einer derartigen Unter-
 suchung methodisch völliges Neuland betreten, ver-
 zichteten wir bewußt auf jede Komplizierung, wie sie
 durch eine wechselweise Isolierung jeweils eines Ver-
 edlungspartners verursacht worden wäre. Wir ließen

deshalb den Frost stets auf das Gesamtgehölz einwirken und haben es somit um eine Kombination von Holz- und Wurzelfrost zu tun.

Material und Methodik

Im Frühjahr 1953 wurden die Unterlagen in einheitlicher Stärkensortierung in 2×2 m großen Einzelparzellen aufgepflanzt. Jede Parzelle enthielt 3 Reihen mit je 4 Pflanzen einer Unterlagenart, insgesamt also 12 Pflanzen. Bei 7 zu prüfenden Unterlagen kamen diese auf jeweils 3 zu einer Gruppe zusammengefaßten Parzellen zu stehen, wobei als Vertreter der Sämlingsunterlagen Grahams Jubiläum in jeder Parzelle mit einer Reihe als Standard vertreten war. Es ergaben sich demnach folgende Unterlagenskombinationen:

Gruppe I: Grahams, IX und XVI

Gruppe II: Grahams, A2 und XI

Gruppe III: Grahams, IV und VII

Jede Gruppe wurde in 8facher Wiederholung gepflanzt, so daß insgesamt 24 Parzellen mit 288 Einzelgehölzen zur Verfügung standen. Die Reihenfolge der Unterlagen innerhalb jeder Gruppe wurde ständig gewechselt, so daß einseitige Randwirkungen weitgehend ausgeschaltet werden konnten.

Tabelle 1. Bestandsentwicklung in den Versuchspartzen.

| Unterlage | gepfl. Stck. | Veredelte Bäume | | | Unveredelte Bäume | |
|-----------------|--------------|-----------------|-----------------------------------|--------------------------|-------------------------------|--------------------------|
| | | okuliert Stck. | Als 3j. Veredlung vorhanden Stck. | Mittl. Stammumfang in cm | als 5j. Bäume vorhanden Stck. | Mittl. Stammumfang in cm |
| A 2 | 32 | 24 | 21 | 8,23 | 8 | 6,20 |
| IV | 32 | 24 | 23 | 7,88 | 7 | 5,93 |
| VII | 32 | 24 | 24 | 8,11 | 6 | 5,93 |
| IX | 32 | 24 | 21 | 6,90 | 6 | 5,50 |
| XI | 32 | 24 | 22 | 8,32 | 7 | 7,88 |
| XVI | 32 | 24 | 22 | 8,98 | 7 | 7,23 |
| Grahams Sämling | 96 | 72 | 65 | 8,73 | 16 | 6,33 |

Bei der Okulation mit Cox' Orangen Renette im August 1954 wurde in jeder Reihe eine Pflanze unveredelt gelassen, damit das Verhalten gleichalter Unterlagpflanzen geprüft werden konnte. Auf diese Weise wurde auch gleichzeitig eine Verbindung zu der früheren Untersuchung an unveredelten Unterlagen geschaffen (4). Über die Entwicklung des Bestandes gibt Tab. 1 Auskunft. Erwähnenswert erscheint dabei, daß die unveredelten Unterlagen ohne Ausnahme einen schwächeren Wuchs zeigten als Cox auf diesen Unterlagen.

Tabelle 2. Temperaturen in den einzelnen Wiederholungen.

| Wiederholung (Parzellengruppe) | Zeitpunkt der Frostung | Mittlere Tieftemperatur in °C | Mittlere Kältesumme in °C |
|--------------------------------|--------------------------|-------------------------------|---------------------------|
| 1 | Ende Nov.—Anfang Dez. | —19,8 | 908 |
| 2 | Mitte Dez.—Anfang Jan. | —23,7 | 1237 |
| 3 | Mitte Januar | —29,3 | 2098 |
| 4 | Ende Januar | —28,1 | 1497 |
| 5 | Anfang Febr.—Mitte Febr. | —30,6 | 1773 |
| 6 | Ende Februar | —31,2 | 2096 |
| 7 | Anfang März | —31,1 | 1924 |
| 8 | ohne Frostung | — | — |

Die Frostungen der 3jährigen Veredlungen bzw. 5jährigen Unterlagpflanzen erfolgten in der bereits früher beschriebenen Weise (6) in der Zeit vom 29. No-

vember 1956 bis 13. März 1957. Dabei gelang es erstmalig, bei den 3 zusammengehörenden Parzellen der einzelnen Wiederholungen, die unmittelbar nacheinander gefrostet wurden, weitgehend gleiche Kältesummen (Dauer der Einwirkung \times Durchschnittstemperatur) einwirken zu lassen. Dies ist insofern nicht ohne Bedeutung, weil dadurch eine bessere Vergleichsmöglichkeit zwischen den einzelnen Parzellen einer Wiederholung gegeben ist. Eine Wiederholung (3 Parzellen) blieb ungefrosten und infolge des milden Winters auch völlig ungeschädigt. Sie diente vor allem als Maßstab für die Frostwirkung bei wenig geschädigten Parzellen.

Tabelle 3. Witterungsverlauf im Winter 1956/57.¹

| Monat (Dekade) | Tagesmittel der Lufttemp. 1956/57 in °C | Absolutes Minimum d. Lufttemp. 1956/57 in °C | Langjähriges Monatsmittel der Lufttemp. | Niederschlags-summe in mm | |
|----------------|---|--|---|---------------------------|---------------|
| | | | | 1956/57 | langj. Mittel |
| November I | 5,7 | — 7,1 | | 12 | |
| II | 3,6 | — 3,5 | | 7 | |
| III | 1,8 | — 4,5 | | 36 | |
| November | 3,7 | — 7,1 | 3,5 | 55 | 57 |
| Dezember I | 6,2 | — 4,7 | | 29 | |
| II | 7,3 | 1,9 | | 21 | |
| III | — 1,9 | — 6,4 | | 3 | |
| Dezember | 3,8 | — 6,4 | 1,3 | 53 | 57 |
| Januar I | 4,3 | — 9,1 | | 26 | |
| II | 0,6 | — 5,6 | | 13 | |
| III | 3,3 | — 3,0 | | 8 | |
| Januar | 2,6 | — 9,1 | 0,2 | 47 | 54 |
| Februar I | 7,2 | — 0,3 | | 32 | |
| II | 3,2 | — 1,4 | | 21 | |
| III | 1,2 | — 1,8 | | 20 | |
| Februar | 4,1 | — 1,8 | 0,6 | 73 | 48 |
| März I | 3,0 | — 4,8 | | 4 | |
| II | 7,6 | — 1,0 | | 38 | |
| III | 6,9 | 0,5 | | 21 | |
| März | 5,6 | — 4,8 | 3,1 | 63 | 44 |

¹ Werte der Wetterstation II. Ordnung in Jork.

Der Winter 1956/57 war ganz allgemein durch starke Abweichungen von den langjährigen Mittelwerten der Lufttemperatur gekennzeichnet. Durch einen sehr frühen Kälteeinbruch Anfang November mit einer Minimumtemperatur von $-7,1^\circ\text{C}$ und den ersten Eistagen des Winters gegen Ende November wurde die Vegetation früher als normal zum Abschluß gebracht. Bei unseren Versuchsgehölzen wirkte sich dies dahingehend aus, daß sich Unterlagen mit einem spezifisch frühen Triebabschluß wie Typ IX und A2 bei Versuchsbeginn bereits weitgehend in Winterruhe befanden, während z. B. der sehr spätabschließende Typ XVI dieses Stadium erst wesentlich später erreicht haben dürfte. Diese Diskrepanz zwischen den einzelnen Typen vermittelte einen wertvollen Einblick in die Resistenzverhältnisse bei früh einsetzenden Tieftemperaturen, worauf weiter unten näher eingegangen wird.

Anormal waren auch 3 „Wärmeperioden“ in diesem Winter. Die erste Mitte Dezember, bei der an 5 Tagen die Maximumtemperaturen über $+10^\circ\text{C}$ stiegen, eine zweite kürzere Periode Anfang Januar und die letzte Anfang Februar mit wiederum 5 Tagesmaxima über

+10° C. Diese letzte Wärmeperiode führte zu einem ungewöhnlich frühen Vegetationsbeginn, der dann allerdings durch kühle Witterung bis Mitte März stark gehemmt wurde. Die Äpfel, ganz allgemein, wurden dadurch aber nicht sichtbar gefördert, was auch dadurch zum Ausdruck kommt, daß die Schäden in den Anfang März gefrosteten Parzellen trotz sehr tiefer Versuchstemperaturen (s. Tab. 2) nicht anstiegen.

Eine erste Schadensfeststellung erfolgte zum Zeitpunkt des Knospenaustriebes der nicht gefrosteten Bäume (Ende April). Die gefrosteten Bäume zeigten wie in allen früheren Untersuchungen eine deutliche Verzögerung des Austriebes. Zunächst wurde das Schadensausmaß nur durch Anschnitte am Wurzelhals und den oberirdischen Organen ermittelt. Dies war notwendig, um etwaige sekundäre Wirkungen eines Veredlungspartners auf den anderen feststellen zu können. Ganz allgemein waren die Schäden an den oberirdischen Organen bzw. am Edling schon zu diesem Zeitpunkt wesentlich ausgeprägter und schwerer als an den Unterlagen. Eine Freilegung des Wurzelkörpers mußte zunächst unterbleiben, um die natürliche Entwicklung der Bäume nicht zu stören. Bei der endgültigen Schadensfeststellung Ende September wurden dann die Bäume vorsichtig gerodet und in allen Teilen sorgfältig untersucht.

Bei der Bonitierung der Schäden wurde zwischen dem oberirdischen Teil, der beim veredelten Gehölz dem Edling, beim unveredelten dem Sproß entsprach, und der Unterlage bzw. dem Wurzelkörper unterschieden. Beim Sproß lief die Schadensskala von 0 = ungeschädigt bis 9 = in allen Teilen tot, beim Wurzelkörper bis 5 = in allen Teilen tot. Soweit wie möglich verwendeten wir in den Tabellen ausdrucksfähigere Maßzahlen als sie mittlere Bonitätswerte darstellen, auf der einen Seite den Prozentsatz total erfrorener Gehölze, auf der anderen den Prozentsatz erhaltungswürdiger Bäume. Als erhaltungswürdig wurden Bäume bezeichnet, bei denen die Unterlage Schäden mit der Bonitätszahl zwischen 0,0 bis 1,0, der Edling Schäden zwischen 0,0 bis 4,0 aufwies. Mit der Bonitätszahl 4 wurden in erster Linie Edlinge bewertet, bei denen die 1jährigen Triebe nur soweit zurückgefroren waren, daß sich aus den gesunden basalen Teilen neue Kronentriebe in ausreichender Zahl bis zum Herbst gebildet hatten. Selbstverständlich mußte auch der Stamm von nennenswerten Schäden frei sein. Es handelt sich also um Gehölze, die soweit regenerierten, daß der Obstbaupraktiker sie ohne weiteres erhalten hätte.

Über die Entwicklung des allgemeinen Schadbildes im Laufe der Vegetationsperiode ist zu sagen, daß sich die Unterlagen häufig sichtbar erholten. Im Frühjahr festgestellte Verfärbungen am Wurzelhals waren bis zur Hauptbonitierung im Herbst oft \pm vollständig verschwunden. Bei den Edlingen dagegen verschärften sich in vielen Fällen die Schäden im Laufe des Sommers. Irgendwelche durch die Unterlage bedingte Gesetzmäßigkeiten waren aber nicht festzustellen, so daß sich eine detaillierte Darstellung des Schadensverlaufes erübrigt.

Ergebnisse

1. Einfluß der Unterlage auf die Frosthärte des Edlings

Für eine sinnvolle Deutung der vorliegenden Versuchsergebnisse erwies es sich als unerlässlich, dem

physiologischen Zustand der Gehölze, der im Laufe der gesamten Versuchsdauer offensichtlich gewissen Veränderungen unterlag, Rechnung zu tragen. Es zeigte sich nämlich, daß die Schadensunterschiede zwischen den einzelnen Unterlagenkombinationen mit Cox im Mittel sämtlicher Parzellen ziemlich weitgehend nivelliert wurden. Erfolgte dagegen eine Aufteilung in die Zeit vor dem allgemeinen Vegetationsabschluß (Vorwinter = die Zeit von Ende November bis Ende Dezember) und dem eigentlichen Mittwinter (Januar bis März)¹, so wurden die Schadensunterschiede ausgeprägter. Dies betrifft insbesondere Unterlagen mit einem extrem unterschiedlichen Vegetationsabschluß.

Tabelle 4. Frostschäden an Cox' Orangen Renette im Vorwinter.

| Unterlage | Zahl der Bäume | Bonität des Frostschadens am Edling | Zeitpunkt der Holzreife im Dez. 56 (festgestellt am Blattfall) |
|--------------|----------------|-------------------------------------|--|
| IX | 6 | 1,90 | sehr früh |
| A 2 | 4 | 2,25 | sehr früh |
| VII | 6 | 2,25 | mittel |
| Grahams Slg. | 11 | 2,37 | mittel-spät |
| IV | 6 | 2,37 | mittel |
| XI | 4 | 2,46 | spät |
| XVI | 6 | 2,49 | sehr spät |

Zu den Ergebnissen des Vorwinters ist zunächst zu bemerken, daß wir aufgrund früherer Erfahrungen relativ geringe Kältegrade einwirken ließen, um nicht sämtliche Gehölze abzutöten, wodurch diese Parzellen für eine Auswertung entfallen wären (s. Tab. 2). Dadurch ist das allgemeine Schadensausmaß nur gering geblieben und es traten keine Totalerfrierungen ein. Trotz der geringen Schadensunterschiede ergibt sich aber eine interessante Rangfolge der Unterlagen, die offensichtlich in enger Beziehung zum Grad der Holzreife steht. Es sollen hier nur die beiden extremsten Fälle besprochen werden. Cox auf Malus IX erlitt die geringsten, auf Malus XVI die stärksten Schäden. Betrachten wir dagegen die Ergebnisse im Mittwinter (Tab. 5), so wird eine entgegengesetzte Tendenz sichtbar. Nun gehört Cox auf XVI zu den wenig geschädigten, während er auf IX am stärksten geschädigt wurde. Es erfolgt also scheinbar eine Umkehr der Resistenz. In Wirklichkeit dürfte aber lediglich die unterschiedliche Ausreife Ursache für diese Erscheinung sein, denn ein nicht völlig ausgereiftes Gehölz wird gegenüber tieferen Temperaturen anfälliger sein als ein in völliger Winterruhe befindliches. Vielleicht liegt hier auch der Schlüssel für das unerwartete Ergebnis des Winters 1939/40, das bekanntlich zur Ablehnung von Malus XVI führte, ein Ergebnis, das sich übrigens in keinem der nachfolgenden kalten Winter wiederholte. Wenn sich die damaligen Verhältnisse heute auch nicht mehr in allen Einzelheiten rekapitulieren lassen, so steht doch fest, daß 1939 nach einem regenreichen und milden Herbst plötzlich um Mitte Dezember bereits tiefe Temperaturen auftraten, die an nicht ausgereiften Gehölzen Schäden verursachen konnten. Es liegt daher die Vermutung nahe, daß die Junggehölze auf Malus XVI 1939/40 nicht im Mittwinter, sondern bereits im Vorwinter den Hauptschaden davontrugen. Allerdings ändert dies an der Ablehnung von Malus XVI nichts, denn so frühzeitige Kälteeinbrüche können sich wiederholen (vgl. Dezember 1957).

¹ Da im März die Schäden nicht zunahmen, rechnen wir diesen Zeitraum noch dem Mittwinter zu.

Tabelle 5. *Frostschäden an Cox' Orangen Renette im Mittwinter.*

| Unterlage | Zahl der Bäume | Total erfrorene Edlinge in % | Stark geschädigte Edlinge in % | Erhaltungswürdige Bäume in % |
|--------------|----------------|------------------------------|--------------------------------|------------------------------|
| A 2 | 12 | 18,7 | 10,9 | 70,4 |
| XVI | 15 | 26,4 | 20,5 | 53,1 |
| Grahams Slg. | 44 | 22,0 | 28,4 | 49,6 |
| XI | 15 | 29,9 | 23,5 | 46,6 |
| IV | 17 | 38,7 | 32,0 | 29,3 |
| VII | 18 | 46,2 | 27,5 | 26,3 |
| IX | 14 | 56,3 | 36,8 | 6,9 |

Bei den Ergebnissen des Mittwinters ergibt sich als auffälligste Tendenz, daß Cox auf starkwachsenden Unterlagen allgemein weniger geschädigt wurde als auf den schwächerwachsenden. Eine Beeinflussung der Edelsorte durch die Unterlage tritt in starkem Maße in Erscheinung. So blieben auf A 2 70,4% aller Bäume erhaltungswürdig, auf IX dagegen nur 6,9%. Es wird auch deutlich, daß XVI an A 2 nicht ganz heranreicht. Grahams Sämling und XI stehen mit XVI etwa auf einer Stufe. Für XI ist dies eine Bestätigung mehrerer Befunde aus kalten Wintern. Auch IV und VII zeigen ähnliche Ergebnisse, sie sind aber deutlich empfindlicher als Cox auf den vorgenannten Unterlagen.

2. Frosthärte der unveredelten Unterlagen

Bei den unveredelten Unterlagenpflanzen lassen die relativ geringen Individuenzahlen keine weitreichenden Schlußfolgerungen zu. Im Grundsätzlichen stimmen die Ergebnisse aber sowohl mit denen an veredelten Cox-Bäumen (Tab. 5) als auch mit denen der früheren Untersuchung an unveredelten Unterlagen überein (Tab. 7).

Tabelle 6. *Frostschäden an unveredelten Unterlagen im Mittwinter.*

| Unterlage | Zahl der Bäume | Bäume total erfroren in % | Sproß bis zum Boden erfroren in % | Schwach ¹ geschädigt in % |
|--------------|----------------|---------------------------|-----------------------------------|--------------------------------------|
| XVI | 7 | 0,0 | 0,0 | 85,7 |
| A 2 | 8 | 0,0 | 12,5 | 62,5 |
| Grahams Slg. | 16 | 0,0 | 12,5 | 62,5 |
| XI | 7 | 0,0 | 28,6 | 71,4 |
| IV | 7 | 11,1 | 33,3 | 44,4 |
| VII | 5 | 20,0 | 40,0 | 40,0 |
| IX | 6 | 28,6 | 28,6 | 44,3 |

¹ Bäume bis zur Bonitätszahl 4

Ein Vergleich mit den Werten der Tab. 5 läßt außerdem erkennen, daß das Schadensausmaß allgemein zurückgegangen ist, was im Prozentsatz erhaltungswürdiger Cox-Bäume bzw. schwach geschädigter Unterlagenbäume besonders deutlich wird. Es dürfte dies in erster Linie darauf zurückzuführen sein, daß hier völlig intakte Pflanzen mit veredelten, d. h. mit einer Veredlungsstelle versehenen Pflanzen verglichen werden. Leider standen uns keine wurzelechten Cox-Bäume zur Verfügung, die erst ein Urteil über die tatsächlichen Resistenzunterschiede zugelassen hätten.

Wie bei den Cox-Bäumen ist auch bei den unveredelten Unterlagen ein deutlicher Trennungsstrich zwischen starkwachsenden und schwachwachsenden Typen erkennbar. XVI, A 2, Grahams und XI blieben ohne Totalverluste, während IV, VII und IX zwischen 11,1% und 28,6% Bäume dieser Kategorie aufwiesen.

Tabelle 7. *Frostschäden an unveredelten Unterlagen bei künstlicher Frostung in den Wintern 1952/54 und 1956/57 (Mittwinter).*

| Unterlage | Bonität des Frostschadens in Relativzahlen | |
|--------------|--|---------|
| | 1952/54 | 1956/57 |
| XVI | 92 | 59 |
| A 2 | 70 | 78 |
| Grahams Slg. | 100 | 100 |
| XI | 102 | 106 |
| IX | 163 | 126 |

Der Vergleich der Ergebnisse aus zwei Versuchsreihen ergibt eine befriedigende Übereinstimmung. Lediglich bei XVI und A 2 ist eine Diskrepanz festzustellen, die aber — wie schon erwähnt — mit zu geringen Individuenzahlen 1956/57 erklärt werden kann. Besonders klar liegen die Verhältnisse bei Malus IX. Diese Unterlage ist mit Abstand in beiden Untersuchungen die frostempfindlichste.

Das Verhalten der unveredelten Unterlagen bei Frostung im Vorwinter kann wegen zu geringer Individuenzahlen nur im Mittel beider Untersuchungsreihen und nur für A2, IX, XVI und Grahams betrachtet werden.

Tabelle 8. *Frostschäden an unveredelten Unterlagen im Vorwinter (Mittelwerte aus beiden Untersuchungen).*

| Unterlage | Bonität des Frostschadens in Relativzahlen |
|-----------|--|
| A 2 | 24 |
| IX | 72 |
| XVI | 98 |
| Grahams | 100 |

Gegenüber dem Verhalten von Cox' Orangen auf diesen Unterlagen im Vorwinter (Tab. 4) ergibt sich lediglich bei A 2 eine Umstellung. Diese Unterlage ist im unveredelten Zustande dank ihres frühen Vegetationsabschlusses allen übrigen sehr erheblich überlegen. Wichtig erscheint vor allem, daß Malus IX im Vorwinter auch unveredelt härter als XVI ist. Es wird daraus deutlich, daß die größere Härte von Cox auf IX (Tab. 4) offenbar unterlagen- und nicht edelsortenbedingt ist. Zwischen Grahams und XVI besteht im Vorwinter praktisch kein Resistenzunterschied.

3. Einfluß der Cox' Orangen Renette auf die Frosthärte der Unterlage

Die Schäden am Wurzelkörper der Versuchsgehölze waren allgemein geringer als an den oberirdischen Organen. Im Vorwinter blieben sogar sämtliche Bäume in der Wurzel völlig ungeschädigt. Es erklärt sich dies zwanglos dadurch, daß die Frostungsdauer von durchschnittlich 2—3 Tagen in den meisten Fällen nicht ausreicht, um den Boden soweit zu unterkühlen, daß allgemein stärkere Wurzelschäden auftreten. Leider verfügen wir über keine Instrumente, um den Temperaturverlauf im Boden zu registrieren. Wurzelschäden treten ja auch im Freiland erst dann auf, wenn die Kälte längere Zeit auf den nackten Boden einwirkt, wobei häufig stärkere Winde eine entscheidende Rolle spielen. Dabei ist immer wieder beobachtet worden, daß leichtere Böden schneller und tiefer durchfrieren.

So traten auf unserem Versuchsstandort mit mittel-schwerem Boden (sandiger Lehm) auch im Februar 1956 an Baumschulgehölzen keine Wurzelschäden auf.

Tabelle 9. *Frostschäden an veredelten und unveredelten Unterlagen im Mittwinter.*

| Unterlage | Mit Cox veredelt | | Unveredelt | |
|--------------|------------------------------|--------------------------------|------------------------------|--------------------------------|
| | in der Wurzel ungeschädigt % | in der Wurzel total erfroren % | in der Wurzel ungeschädigt % | in der Wurzel total erfroren % |
| XVI | 79,4 | 0,0 | 100,0 | 0,0 |
| A 2 | 78,9 | 0,0 | 75,0 | 0,0 |
| Grahams Slg. | 49,6 | 0,0 | 60,0 | 0,0 |
| XI | 42,2 | 6,7 | 50,0 | 0,0 |
| IV | 39,2 | 23,5 | 71,4 | 11,1 |
| VII | 30,3 | 26,3 | 33,3 | 20,0 |
| IX | 15,9 | 42,9 | 60,0 | 28,6 |

Unter den bei uns gegebenen Verhältnissen ist es schwierig, den Einfluß der Edelsorte auf die Frostresistenz der Unterlage mit Sicherheit nachzuweisen. Wir finden eine ziemlich weitgehende Übereinstimmung der Schadenstendenz zwischen veredelten Unterlagen, dem Edling und den unveredelten Unterlagen. Bei der 1. Schadensbonitierung Ende April wurde kein Gehölz gefunden, daß in der Wurzel schwer geschädigt oder tot, im Sproß aber ungeschädigt oder nur leicht geschädigt war. Die spezifische Frostresistenz der Unterlage war also in überwiegendermaßen ausschlaggebend für die Reaktion des Gesamtgehölzes. Zwar sind die Wurzelschäden an den unveredelten Unterlagen im allgemeinen geringer als an den veredelten — wie dies auch bei den oberirdischen Organen der Fall war (Tab. 5 und 6) —, dies dürfte aber in erster Linie darauf zurückzuführen sein, daß der Frost über die Veredelungsstelle sowohl nach unten zur Unterlage hin, wie auch zum Stamm hin leichter eindringen konnte als bei den unversehrten Gehölzen. Der Prozentsatz total erfrorener Wurzelkörper in Tabelle 9 zeigt dies besonders deutlich. Unveredelt gab es nur bei den schwächerwachsenden Unterlagen Totalausfälle, bei den veredelten aber auch bei XI, und der Prozentsatz steigt allgemein an. Bei IX sind 42,8% aller mit Cox veredelten Unterlagen erfroren, bei den unveredelten aber nur 28,6%.

Am deutlichsten tritt die Frostresistenz der Unterlage bzw. deren Regenerationsvermögen in den Fällen zutage, bei denen die Unterlage am Leben blieb, obwohl der Edling total erfror. Derartige Schadensfälle fanden sich bei allen mit Cox veredelten Unterlagen, mit Ausnahme von IX. Der Prozentsatz an Unterlagen, die unter dem abgestorbenen Edling eine ± kräftige Adventivsproßbildung zeigten, läuft wiederum parallel mit der allgemeinen Schadenstendenz. XVI,

Tabelle 10. *Regenerationsfähigkeit der Unterlagen.*

| Unterlage | Total erfrorene Edlinge | Total erfrorene Unterlagen unter toten Edlingen |
|--------------|-------------------------|---|
| | in % | in % |
| A 2 | 18,7 | 0,0 |
| XVI | 26,4 | 0,0 |
| Grahams Slg. | 22,0 | 0,0 |
| XI | 29,9 | 14,3 |
| IV | 38,7 | 50,0 |
| VII | 46,2 | 66,7 |
| IX | 56,3 | 100,0 |

A 2 und Grahams hatten überhaupt keine total erfrorenen Unterlagen, wie Tabelle 8 ausweist, obwohl auf ihnen auch totalerfrorene Edlinge zu verzeichnen waren.

Über XI, IV und VII steigert sich der Prozentsatz derartig geschädigter Unterlagen bis zu IX mit 100%, d. h., hier hatte bei erfrorenem Edling keine Unterlage regeneriert.

Besprechung der Ergebnisse

Zur Beantwortung der praktisch wichtigsten Frage dieser Versuchsreihe, nämlich nach der Wirkung der Unterlage auf die Frosthärte des Edlings, muß von der spezifischen Frostresistenz der unveredelten Unterlagenpflanze ausgegangen werden. Dabei ergibt sich, daß XVI und A 2 sowohl im vorliegenden wie auch in einem früheren Versuch im Mittwinter eine deutlich höhere Resistenz aufweisen als die übrigen geprüften Unterlagen. Grahams Sämling und XI nehmen eine Mittelstellung ein. Es folgen IV und VII mit stärkerer Schädigung. Eindeutig am empfindlichsten ist EM IX. Dieser Gruppierung folgt im wesentlichen auch das Schadensausmaß an der aufveredelten Cox' Orangen Renette (Tab. 5). Abgesehen von den Extremen, die durch A 2 und IX gestellt werden, erreichen die Unterschiede aber nicht ein solches Ausmaß, wie es im Freiland nach kalten Wintern mehrfach festgestellt wurde (1, 7, 8). Hier standen nahezu ungeschädigte Kombinationen fast totalgeschädigten gegenüber. Eine Erklärung hierfür liegt vielleicht darin, daß in unserem Versuch die Frostung zu verschiedenen Zeitpunkten und mit unterschiedlichen Temperaturen durchgeführt wurde und wir wegen zu geringer Individuenzahlen in der Einzelparcelle auf Mittelwerte angewiesen sind, die zwangsläufig zu einer Nivellierung führen. Aus diesem Grunde wiegen die aufgetretenen Unterschiede aber schwerer.

Ein Vergleich unserer Ergebnisse mit Freilandbefunden (1, 2, 3, 7, 8) ist leider nur sehr bedingt möglich. Da es sich in unserem Falle mehr um Holzfröste handelt (die Unterlagen wurden aus bereits dargelegten Gründen im allgemeinen nur schwach geschädigt), können in erster Linie nur Ergebnisse aus Holzfrostwintern herangezogen werden. Als einzige derartige Untersuchung, bei der die Ergebnisse von Cox auf verschiedenen Unterlagen mitgeteilt wurden, steht die Arbeit von LOEWEL und SCHUBERT (7) zur Verfügung. Dabei ergibt sich für Cox auf den vergleichbaren Unterlagen ein unseren Mittwinterwerten ziemlich genau entgegengesetztes, den Vorwinterwerten aber in den meisten Fällen ähnliches Bild, wie die nachstehende Tabelle erkennen läßt.

Tabelle 11. *Vergleich der Frostschäden an Cox' Orangen Renette im Frostungsversuch 1956/57 und im Freiland 1939/40¹.*

| Unterlage | Schadensbonität an Cox' Orangen Renette | | | |
|-----------|---|------------|---------------------|---------|
| | im Frostungsversuch 1956/57 | | im Freiland 1939/40 | |
| | Vorwinter | Mittwinter | Feld I | Feld II |
| IV | 2,02 | 6,80 | 2,64 | — |
| IX | 1,76 | 7,05 | 2,25 | — |
| VII | 2,02 | 6,38 | — | 2,50 |
| XI | 1,83 | 5,58 | 3,15 | — |
| XVI | 2,24 | 4,72 | 4,23 | 4,38 |

¹ LOEWEL u. SCHUBERT: Bonitierung von 2 = ohne jeden Schaden bis 5 = Totalschaden.

Lediglich XI ist in unserem Versuch im Vorwinter härter als VII und IV, während es im Winter 1939/40 umgekehrt war. Deutlich wird die gleichsinnige Tendenz besonders bei IX und XVI. Es wird damit die bereits erwähnte Vermutung bekräftigt, daß der Schaden 1939 offenbar im Dezember an nicht ausgereiften Gehölzen entstand. Damit ergibt sich die Tatsache, daß für unsere Mittwinterwerte genau genommen keine echten Vergleichsmöglichkeiten mit anderen Untersuchungen gegeben sind.

Von den geprüften Kombinationen verspricht in erster Linie Cox auf A 2 ein günstiges Verhalten gegenüber starken Frösten. Die allgemeine Ablehnung von XVI in Gebieten, die ständig mit Schadwintern rechnen müssen, besteht zweifellos zu Recht. Wenn diese Unterlage auch im Mittwinter eine sehr beachtliche, resistenzfördernde Wirkung auf Cox gezeigt hat, so bedeutet ihre durch zu späte Holzausreife bedingte hohe Empfindlichkeit bei früh einsetzender Kälte doch ein zu hohes Risiko für den Anbau. Es ergibt sich hier als wichtiges Ziel der Unterlagenzüchtung, auf frühen Vegetationsabschluß zu selektionieren, wenn dadurch allein auch noch keine Gewähr für eine allgemein hohe Frostresistenz gegeben ist. Auch XI und Grahams genügen der Forderung nach frühem Vegetationsabschluß nicht vollkommen, wie sie auch im Mittwinter in der Resistenz gegenüber A 2 deutlich zurückbleiben. Von den schwächerwachsenden Unterlagen befriedigte keine. Am günstigsten ist noch die Kombination zwischen Cox und IV zu beurteilen. Es dürfte überhaupt schwierig sein, eine Unterlage zu finden, die Schwachwüchsigkeit und Frosthärte in sich vereinigt. Jedenfalls geht aus diesem Versuch — ähnlich wie bei SCHULZ (8) — hervor, daß stärkeres Wachstum häufig mit größerer Widerstandsfähigkeit gekoppelt zu sein scheint. Bekanntlich war die allgemeine Tendenz nach dem Ausnahmewinter 1939/40 gerade umgekehrt.

Unsere Ergebnisse können selbstverständlich keine Allgemeingültigkeit beanspruchen, zumal sie sich auf nur eine Edelsorte beschränken. Es scheint aber nicht aussichtslos, auf dem von uns beschrittenen Wege einen tieferen Einblick in die Resistenzverhältnisse bei Obst zu erhalten. Wenn die Unterlage tatsächlich für die Resistenz des Gesamtgehölzes eine so entscheidende Bedeutung hat, wie sie hier zutage trat, so könnte man sich u. U. auf die Prüfung der Unterlagen beschränken. Hierzu sind aber weitere Untersuchungen erforderlich, die in den nächsten Jahren durchgeführt werden sollen.

Zusammenfassung

Im Winter 1956/57 (Nov.—März) wurden 3jährige Veredlungen von Cox' Orangen Renette auf Malus A 2, IV, VII, IX, XI, XVI und Grahams Sämling auf ihr Verhalten gegenüber tiefen Temperaturen in 7 Wiederholungen geprüft. Zum Vergleich standen in jeder

Parzelle gleichalte, unveredelte Unterlagenpflanzen zur Verfügung. Folgende Ergebnisse wurden gefunden:

1. Zwischen den im Vorwinter (Nov./Dez.) und im Mittwinter (Jan./März) gefrostenen Parzellen ergab sich eine gegenläufige Schadenstendenz. So waren im Vorwinter Cox auf IX von allen Unterlagen — mit Ausnahme von A 2 — am wenigsten, Cox auf XVI dagegen am stärksten geschädigt. Im Mittwinter war es umgekehrt.

2. Ganz allgemein ergaben sich im Mittwinter, d. h. in der Hauptuntersuchung, bei Cox auf stärkerwachsenden Unterlagen (XVI, A₂, Grahams Slg. und XI) geringere Schäden als auf den schwächerwachsenden (IV, VII, IX).

3. Die Rangordnung der unveredelten Unterlagen im Mittwinter war grundsätzlich die gleiche wie bei veredelten.

4. Die Frostschäden an veredelten Unterlagen waren stets geringer als an der Edelsorte, was hauptsächlich darauf zurückgeführt wird, daß die Bodentemperaturen nicht in demselben Umfange wie die Lufttemperaturen die Schadensschwelle überschritten. Stets waren die Schäden an veredelten Unterlagen aber größer als am Wurzelkörper unveredelter Unterlagenpflanzen. Es wird vermutet, daß der Frost über die Veredlungsstelle leichter in den Wurzelkörper eindringt als bei unveredelten Pflanzen. Jedenfalls ergaben sich keine sicheren Anhaltspunkte dafür, daß eine Unterlage durch die Veredlung mit Cox stärker geschädigt wurde als die übrigen Unterlagen. Ausschlaggebend für das Schadensausmaß war stets die Unterlage.

Literatur

1. ATHENSTÄDT, H., J. SCHMADLAK u. F. P. ZAHN: Über die Frostschäden an Obstgehölzunterlagen im Winter 1953/54. Arch. f. Gartenbau 4, 6—66 (1956). —
2. HILKENBÄUMER, F.: Einfluß von Unterlage und Standort auf den Frostschaden an Kernobst im Winter 1939/40 in der Baumschule. Kühn-Arch. 56, 1—24 (1940). —
3. HILKENBÄUMER, F.: Die gegenseitige Beeinflussung von Unterlage und Edelreis bei den Hauptobstarten unter Berücksichtigung verschiedener Standortverhältnisse. Kühn-Arch. 58, 1 (1942). —
4. KARNATZ, H.: Untersuchungen über die Frostresistenz der Obstgehölze im Baumschulstadium III. Über die relative Frosthärte unveredelter Kernobstunterlagen. Der Züchter 26, 307—315 (1956). —
5. KARNATZ, H.: Untersuchungen über die Frostresistenz der Obstgehölze im Baumschulstadium II. Über die relative Frosthärte unveredelter Pflaumsämlings- und Kirschenunterlagen. Der Züchter 26, 178—187 (1956). —
6. LOEWEL, E. L. u. H. KARNATZ: Untersuchungen über die Frostresistenz der Obstgehölze im Baumschulstadium I. Problemstellung und Versuchsmethodik. Der Züchter 26, 117—120 (1956). —
7. LOEWEL, E. L. u. W. SCHÜBERT: Der Einfluß der Unterlage auf die Frostwiderstandsfähigkeit verschiedener Apfel- und Pflaumensorten. Gartenbauwiss. 15, 453—463 (1941). —
8. SCHULZ, F.: Beitrag über die Auswirkung des Wurzelfrostes an Obstgehölzen im Winter 1941/42. Wissenschaftl. Schriftenreihe „Leistungssteigerung im Gartenbau“, H. 1 (1943).